

שם ההצעה: קאלה צבעונית (colored *Zantedeschia*) מוצר ישן - חדש לפרח קטיפ

ולעיצוץ

Colored *Zantedeschia* a product for cut flower and pot plant production

דוח מסכם לתכנית המחקר - 256-0898-13

חוקרים:

irisy@volcani.agri.gov.il	חוקרת ראשית -	איריס ידידיה
vhshamir@volcani.agri.gov.il	חוקר משנה	מיכל שמיר
Kerem@agri.huji.ac.il	חוקר משנה	זהר כרם
Lipsky@volcani.agri.gov.il	חוקר משנה	אלכס ליפסקי
shaked.y@gmail.com	יון האורל הוחלף - שקד יריב	
psnir@shaham.moag.gov.il	שה"מ	פיני שניר
shoshw@shaham.moag.gov.il	שה"מ	שוש ויצמן
ziva@mop-bika.org.il	מו"פ בקעתהירדן	זיוה גלעד
giladfreund@gmail.com	מו"פ ההר	גלעד פרוינד

מנהל המחקר החקלאי, מכון וולקני

דו"ח מסכם למחקר

הממצאים הכתובים בדו"ח זה אינם בגדר המלצות גידול לחקלאים

חתימת החוקר: א' י' א' צ' א'

תקציר

קאלה צבעונית לפרח קטוף ועציצים מהווה גידול מתחדש בישראל (זנים חדשים מניו-זילנד, ארה"ב והולנד). פיתוח מערך ריבוי במשק מודל, עבודת מחקר בשני מו"פים ושילוב מעבדות מחקר בתחומי הגנת הצומח והביוכימיה קידמו את הבנת הגידול, סייעו בפתוח פרוטוקול וייצרו בסיס נתונים למגדלים. בחירה מושכלת של זנים בעלי יכול גבוה, עמידות יחסית למחלת הרקבון הרך והתפתחות בתנאי החורף הישראלי, כמו גם מערך ריבוי מקומי שיספק חומר ריבוי איכותי בעלות סבירה, הם המפתח להצלחת הגידול והמטרה של עבודה זו.

מטרות המחקר: הקמת מערך ריבוי מסחרי לזנים נבחרים במשק מודל ומו"פ בקעת הירדן; לימוד פיסיולוגי ואגרוטכני של הזנים; מחקר מעבדה לצורך אפיון ביוכימי וגנטי של זנים עמידים ל Pectobacteria.

תוצאות ודיון: בתמיכת המחקר וע"ס תוצאות ראשוניות במכון וולקני ובמו"פ בקעת הירדן הוקם במשק גפני בכפר הס מערך ריבוי במצע פרלייט מחומם. יובאו זנים מתרבות רקמה (הגבלות הגנת הצומח) ממשלת "Bloomz" בניו-זילנד. במהלך שנות המחקר אוקלמו בארץ ונשתלו בחממות חצי מסחריות שני זנים פתוחים: 'Florex Gold' ו-'Hot Shot' בצבעים צהוב וכתום בהתאמה ובהמשך- עשרה זני פטנט המחויבים בתמלוגים: 'Aurora', 'Solid Gold', 'Jack Frost', 'Black Jack', 'Hot Cherry', 'Yellow Jacket', 'Amarillo', 'Rosa', 'Picante', 'Flamingo' במו"פ ההר נבחנו 11 זנים 7 ממקור קליפורני, אשר יובאו לישראל כפקעות והועברו להסגר למשך 6 חודשים: 'Super Gam', 'Pink Diamond', 'Garnet Glow', 'Rubylite Rose', 'Crystal Blush', 'Flame', 'Sunshine', זנים ותיקים 'Majestic Red', 'Hot Shot', 'Treasure'. מבחני עמידות נערכו לשתי קבוצות הזנים בנפרד. בין הזנים בשתי הקבוצות ניכרים הבדלים משמעותיים ברמת העמידות למחלת הריקבון הרך. בנוסף נערך אפיון פרופיל ביוכימי לחלק מן הזנים במטרה לבסס קשר בין תכונות כמו תכולה ופרופיל של פוליפנולים מקבוצת האנתוציאנינים והפלבונואידים, ומבחיני עמידות. נמצא מתאם בין תכולת פוליפנולים בעלים לרמת העמידות, אך לא בפרחים. התוצאות מצביעות על יתרון ברור לזנים הוורודים בעמידות לחיידק, לעומת הזנים הצהובים כתומים. מבחני העמידות הצביעו על זן צהוב עמיד 'Solid Gold' בעל פוטנציאל יכול גבוה. זן זה הציג עמידות גבוהה מזו של חלק מהזנים הוורודים. ריבוי הזנים התבצע במו"פ בקעת הירדן, ובכפר הס, על פי פרוטוקול חיתוך שפותח ע"י זיוה גלעד. תוצאות הריבוי מובאות בדוח זה. כך גם סיכום מבחני זנים וניסויי הפרחה אשר נערכו במו"פ ההר המרכזי, ובמו"פ בקעת הירדן. מערך הריבוי והשתלנות שהוקם בארץ בתמיכת המחקר ועבודה נוספת באיתור זנים עמידים ובעלי יכול פרחים גבוה לפקעת יספקו את פריצת הדרך החסרה בגידול ויעבירו אותו לפסים כלכליים. חשוב להדגיש שהגידול התחיל מאפס והיום קיימים 7 מגדלים בהיקף של 10 דונם.

מטרות המחקר לדו"ח מסכם:

1. הקמה ומעקב אחר מערך ריבוי מסחרי בכפר הס וריבוי בחיתוכים במו"פ בקעת הירדן.
2. אפיון הבדלים בין זנים בעמידות לחיידק הריקבון הרך ובפיסיולוגיה של הפרחה.
3. אפיון פרופיל ביוכימי לחלק מהזנים במטרה לבחון קשר לעמידות.

4. טיפולי הפרחה במו"פ בקעת הירדן ומעקב גידול ואפיון זנים במו"פ ההר.

רקע: הסוג קאלה *Zantedeschia* spp. נמנה על משפחת הלופיים (Aracea) וכולל 8 מינים, 6 מתוכם (הקבוצה *Aestivae*) מוגדרים מינים צבעוניים, בעלי פקעת, הדורשים תקופת תרדמה. הסוג אנדמי לדרום מזרח היבשת האפריקאית משם התפשט כצמח נוי לרחבי העולם וזכה לטיפול מסיבי בהולנד, ניו-זילנד, וארה"ב. בשנים האחרונות הגידול מצוי בתנופה עולמית שהובילה לעליה של כ-50% בהיקף המכירות (מקום 13 בבורסות ההולנדיות) בהיקף של מעל 80 מיליון ענפים בשנה ופודה מחירים גבוהים [1] [18]. הקבוצה המוכרת בשם קאלה צבעונית (Hybrid Calla Lily) כוללת מאות זנים בעלי צבעים ופנוטיפים שונים הנגזרים מהכלאות בין מיניות ומסלקציות של 5 מינים של *Zantedeschia* בעלי צבעים שונים [2, 3] [19].

ניסיון מצטבר בגידול אצל מספר קטן של מגדלים ובמספר מו"פים בשנים 2007-2009 הוכיח כי ניתן לגדל קאלה צבעונית בישראל במרכז החורף ללא תוספת חימום. הפריחה מתרחשת 60-70 יום משתילה (בהתאם לזן) בחממות או מנהרות מחופות פוליאטילן ללא קשר לתנאי הסביבה. הקאלה הצבעונית מגיעה מאזורים הרריים בגובה 1200 עד 2000 מטר וטמפרטורות הגידול המיטביות שלה הן 18-24 מ"צ ביום ו-12-18 מ"צ בלילה. עוצמות האור המיטביות רחבות טווח 20,000 - 100,000 לוקס ($2000-3700 \text{ micromole m}^{-2}\text{s}^{-1}$) [2]. תנאים אלה קיימים במרבית אזורי הארץ בעונת החורף. בזנים הוותיקים נמצאה השפעה חיובית של ציטוקינין לביטול השלטון הקודקודי של המריסטמה האפיקלית בתרבית והשפעת גייברלין על הגברת התמיינות מריסטמות צדדיות לפריחה בתרבית ובפקעות מסחריות [4-6]. תוצאות אלה זקוקות לאישור גם בזנים החדשים אשר חלקם לפחות בעלי פוטנציאל גבוה יחסית לזנים הוותיקים.

מחלת הריקבון הרך: מיצוב קאלה צבעונית בסל הפרחים מחייב טיפול מעמיק בנושא רגישות הצמח לחיידק הפתוגני *P. carotovorum* (לשעבר ארויניה קרוטובורה), גורם עיקרי להתפרצות מחלת הריקבון הרך. החיידק עלול לפגוע הן במהלך גידול בבתי צמיחה והן בחומר הריבוי במהלך האחסון, לעיתים עד השמדה מלאה [7-9]. על אף הרגישות הגבוהה למחלה, בהולנד, ארה"ב (קליפורניה), ניו-זילנד ואקוודור, מגדלים קאלה צבעונית. בניו זילנד הגידול זוכה לתמיכה ממשלתית מסיבית והוא מהווה יעד לאומי וענף רווחי למגדלים. מרבית הגישות הנוגעות להפחתת מחלה עוסקות בסניטציה של חומר הריבוי והחלקות [9, 10]. ניתן לשפר את תברואת הגידול באמצעות מיקרואורגניזמים מעודדי גידול כמו טריכודרמה ובאמצעות הורדת pH [11]. בשנים האחרונות נצבר ידע רב במעבדתנו הנוגע להבנת מנגנוני הגנה בקאלה כנגד החיידק ופותחו שיטות לאיתור זני קאלה ונץ חלב עמידים יחסית למחלה [3, 12, 13]. שיטות אלה משמשות לסריקה שיטתית של זנים לעמידות ומציאת סמנים ביוכימיים לאיתור קווים עמידים.

הטיפול ההולנדי והניו-זילנדי מתבססים על ריבוי וגטטיבי בתרבית רקמה, בעוד שהקליפורני מתבסס יותר על ייצור זרעים. זנים קליפורניים נחשבים באופן כללי עמידים יותר (2). מצאנו לנכון לבחון זנים משתי הקבוצות. שיטות ריבוי בתרבית רקמה ובחיתוכים להשגת חומר ריבוי נקי מחיידקים, פותחו בעבר ע"י מו"פ אבני איתן ומו"פ בקעת הירדן בהתאמה [14]. שיטות אלה זוכות למימוש מסחרי **לראשונה** בעקבות עבודה זו.

שיתוף מערך המחקר וההדרכה, ובמידה רבה מעורבות המשתלה המסחרית "משק גפני" בכפר הס אשר התחייבה לספק חומר ריבוי בסטנדרט איכות גבוה, מהווים ניסיון ראשון ומוצלח עד כה לפצח את מחסום הסיכון בגידול קאלה צבעונית בישראל. הגידול עלה מדרגה ונכנס לשלב המסחרי. נושא כלכליות השיווק, המהווה את המפתח להצלחת הגידול, עדיין לא פתור סופית. בידינו תוצאות חלקיות של שיווק מסחרי של זני T2. חלק מיבול הפרחים שווק ליצוא ולגביו יש נתונים. לעומתו, נתוני השיווק בשוק המקומי אינם מוצגים במלואם ע"י המגדלים וקשה לקבל הערכה מלאה לגידול. כמו כן, הזנים ששווקו היו בעיקר מקבוצת הזנים הוותיקים ונתוני השיווק המלאים לזנים החדשים שהם בעלי פוטנציאל יבול גבוה יותר, לוקים בחסר. נתונים אלה צפויים להתקבל בעונה הנוכחית. עד כה בעונה 2014/15 נשתלו באזורים השונים כ-6 דונם קאלה צבעונית, שני מגדלים בהיקף של כ-1.5 דונם וארבעה נוספים בהיקף של כ-0.5 דונם. בנוסף נשתלו חלקות ניסוי בציפורי, מו"פ ההר המרכזי, מו"פ חצבה ובמשתלת גפני בכפר הס. נכון לעונת 2015/16 ישנם כ-6 מגדלים בהיקף של 10 דונם המתפרשים מרמת הגולן דרך השפלה, ההר המרכזי ועד הערבה. בעונה זו נכנסו שוב זני טיפוח של חברת 'Captain' מהולנד לאחר שהוסכם על תשלום תמלוגים.

הגידול באזור ההר מאפשר הפרחה בשלושה גלים, כולל גידול בעונת הקיץ-סתיו לשוק המקומי. בעונת החורף, מסתמן כי באזור ההר יש צורך בחימום מצע וחימום פסיבי אינו מספיק. מצד שני, האפשרות לשתילה מוקדמת במרבית האזורים והפרחה לחג המולד הינם עובדה מוגמרת. נתוני היבול מראים בבירור את היתרון בגידול זני הפטנט לעומת הזנים הפתוחים 'Florex Gold' ו-'Hot Shot'. זני הפטנט קצרים יותר אך נותנים יותר פרחים מסחריים לפקעת T2. המטרה העיקרית היא לייעד את הפיתוח לזנים נבחרים, ולהתאימם לאזורי גידול מיטביים בישראל.

מהלך העבודה:

פיתוח חומר ריבוי: לצורך יצירת חומר ריבוי נקי, משק גפני (כפר הס) ביסס קשר עסקי עם חברת Bloomz New-Zealand. בעונת 2012/13 נשתלו במשתלה בכפר-הס 20,000 צמחונים מתרבויות רקמה של קאלה צבעונית מהזנים: 'Florex Gold' ו-'Hot Shot' (זנים ותיקים ופתוחים). הצמחונים הגיעו בקופסאות תרבית רקמה (כ-50 צמחונים לקופסה) במצע אגר ונשתלו מידית להקשחה בשולחנות מחוממים (כ-18 מ"צ) המכילים פרלייט חדש בעומק של כ-20 ס"מ ובצפיפות שתילה של כ-200 צמחונים למ"ר. חימום השולחנות בוצע ע"י צינורות מים חמים אשר חוממו בדודי חשמל לטמפר' של 20 מ"צ. בשלב הראשוני (הקשחת הצמחונים) כוסו הצמחונים בפלסטיק לאורך מרבית שעות היום, והושקו בהמטזה, ובהמשך הגידול ההשקיה בוצעה בטפטוף. דישון התבצע ע"י ערבוב דשן מולטיקוט (חברת חיפה כימיקלים בהרכב של 1:1:1 NPK) בשחרור איטי ל-8 חודשים במצע הפרלייט. בנוסף עפ"י מצב הצמחים ניתנה השלמה בדישון נוזלי בהרכב דומה. ההשקיה הופסקה בחודש מאי, וכעבור 3 שבועות לאחר קמילת העלוה, נעקרו הפקעות. נאספו מדדי גודל ופחת.

ביצוע בדיקות עמידות: נאספו עלים מהיברידיים שונים של קאלה צבעונית אשר גודלו בתנאים זהים. העלים נאספו בשלב פיסיולוגי דומה במרכז העונה בתקופת הצימוח הוגטטיבי לפני התרוממות גבעולי פריחה. מקטעי עלים זהים בגודלם או דיסקיות עלים בקוטר 2 ס"מ הודבקו בחיידק Pc-3 (מתפוחי אדמה). ההדבקה התבצעה עם חיידקי WT בריכוז 1×10^6 /ml ובנפח 10 μ l

או חיידקים מותמרים בפלסמיד pPROBE-At gfp [12, 15]. נערכה מדידה להתפתחות סימפטומים ברקמה ובדיקה במיקרוסקופ קונפוקלי לבדיקת התפשטות החיידקים המותמרים ברקמת הצמח.

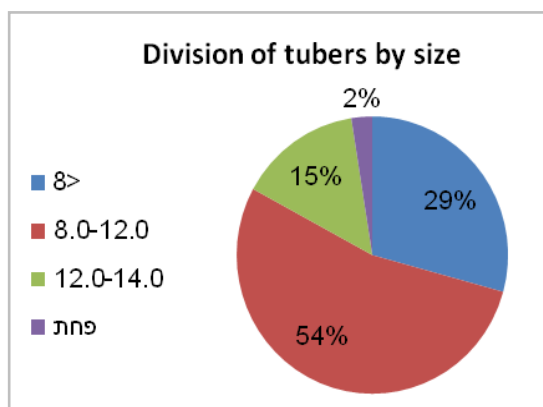
הפקת פוליפנולים וכמותם בריקמה: מיצוי בררני של חומרים בעלי אופי פוליפנולי מן הרקמה הצמחית הותאם על בסיס עבודות קודמות (7). מיצוי זה מחלק את התרכובות הצמחיות לשתי קבוצות: פנולים חופשיים (free phenolics) פחות הידרופילים, העוברים לאחר המיצוי לפרקצייה של אתיל אצטאט; פנולים מצומדים (glycosilated) הידרופילים באופן יחסי, אשר נשארים בפרקצייה המימית ורק לאחר הסרת קבוצה פונקציונלית על ידי הידרוליזה מתמצים לפרקצייה של אתיל אצטאט. כמות פוליפנולים כללית נמדדה באמצעות ריאגנט Folin-Ciocalteu וספקטרופוטומטריה באורך גל 735 nm ביחס לעקומת כיוול של Catechin. מבחני פעילות ביולוגית (MIC) Minimal Inhibitory Concentration של מיצוי פוליפנולים בוצעו באמצעות קריאה ספקטרופוטומטרית (595nm) של גידול חיידקים בנוכחות התמציות הצמחיות, בצלחות 96 באריות.

הפרדה ואפיון פרופיל פוליפנולים: הפרדה באמצעות מערכת High pressure liquid chromatography (HPLC). ההפרדות בוצעו במכשיר TSP P4000, גלאי UV 6000LP Diode Array; אוטוסמפלר (Thermo Separation Products, Riviera Beach, FL, USA) AS3000; עמודה (RP) C18 (25 x 4.6 mm, Luna2™, Phenomenex, USA). המריצים: מים מזוקקים פעמיים ומתנול HPLC Gradient Grade. טמפרטורה 37°C וקצב זרימה 1 ml/min. בליעה נבדקה באורכי גל 270 nm – 351nm ו 524 nm בהתאם לפרקציה הנבדקת.

תוצאות ודיון:

1. **הקמת מערך ריבוי מתרביות רקמה וחיתוך פקעות:** בשנה הראשונה נשתלו במשתלת גפני 20,000 צמחונים מתרבית רקמה בצפיפות של 200 צמחונים למ"ר. לאחר 8 חודשי גידול עם חימום מצע בחודשי החורף, הפקעות שנעקרו נספרו ונמדדו. מספר הפקעות הכללי שהתקבל היה כ- 19,500 (כ-97.5%) מכלל התרביות שהגיעו. בחלוקה על פי גודל: היקף 8 ס"מ ומעלה נחשב לגודל פריחה החל בשנה הראשונה, כ- 70% מהפקעות שהתקבלו היו מעבר לגודל זה ולכן נמצאו מתאימות להפרחה כפקעות T1. התפלגות על פי גודל מוצגת באיור 1.

איור 1. התפלגות גודל פקעות שנוצרו מתרבית רקמה לאחר עונת גידול אחת. החלוקה מתבססת על 20,000 פקעות בשנת הניסוי הראשונה.



לצורך בחינת השפעת צפיפות השתילה על

גודל הפקעות המתקבלות בתום עונת גידול, כ – 200 פקעות נשתלו בצפיפות של 100 פקעות למ"ר. בטיפול זה, אחוז הפקעות מתחת להיקף של 8 ס"מ היה נמוך משמעותית, רק 10% בהשוואה ל-30%. העלויות הכרוכות בהפחתת צפיפות בשולחן הריבוי גבוהות יחסית, לכן צפיפות שתילה במהלך ההפקה של פקעות T1 נשארה ברמה הגבוהה 200 למ"ר (תמונה 1).



תמונה 1. גידול קאלה צבעונית מהזן 'Florex Gold' מתרבות ריקמה בכפר הס:
למעלה, משמאל לימין: תהליך ההקשחה של צמחי התרבות; גידול והשמנת פקעות; למטה משמאל לימין: פקעות T1 בסיום עונת גידול 2012/13 ובסוף תהליך הייבוש; צמח בודד כולל הפקעת.

תמונה 2. פקעות T1 בתקופת האחסון 2013 משק גפני, כפר הס. הפקעת מציגה כ- 10 עיניים במצב תרדמה (A). הוצאה בתום עונת הגידול, לאחר ההשמנה ולפני ההשתעממות, הפקעות מציגות מערכת שורשים מפותחת (B). פקעות לאחר אחסון והמרצה, "עיניים" ערות בשלב מתאים לשתילה (C).

2. ריבוי פקעות במו"פ בקעת הירדן:

נבחנו שיטת ריבוי פקעות קאלה צבעונית ע"י חיתוך פקעות אם, אינקובציה וגידול החומר הצמחי במצע מנותק (פרלייט) ומחומם במספר זנים [17].
טבלה 1: פרוט הזנים שנבחנו ומקור חומר הריבוי

שם הזן	מקור הפקעות
צבעוני	תחנת צבי מו"פ בקעת הירדן
בלק פורסט 'Black forest'	תחנת צבי מו"פ בקעת הירדן
קפטין ספארי 'Captain Safari'	תחנת צבי מו"פ בקעת הירדן
בלק-מג'יק 'Black magic'	תחנת צבי מו"פ בקעת הירדן
פלורקס גולד 'Florex Gold'	משק גפני
הוט שוט 'Hot Shot'	משק גפני
טריז'ר 'Treasure'	מו"פ ההר המרכזי
מג'סטיק רד 'Majestic Red'	מו"פ ההר המרכזי

החיתוך בוצע באמצעות סכין יפנית מחוטאת באלכוהול 70%. הפקעת נחתכה אנכית ללא הכוונה לגזרות (Chips). יחידות הריבוי נטבל בבנלט (0.15%) +מרפאן (0.3%) למשך 3 דקות והועברו לאינקובציה בכלי המכיל מצע קוקס לח בתאריך 20/10/12. הכלים אוחסנו ב- 30-28 מ"צ עד התעוררות נצר ושורשים, בעונת הסתיו תהליך האינקובציה נמשך בין 10-14 ימים (תמונה 2). יחידות הריבוי הועברו לשתילה בתאריך 7/11/12 במצע פרלייט מחומם ל- 22 מ"צ, בבית צמיחה

מאוורר ומצונן. הפסקת השקיה בוצעה ב- 30/4/13, ב-17/5/13 הפקעות הוצאו מהמצע, מוינו, נשקלו ונמדדו קוטר הפקעת.

א. מעקב תוצרי חיתוך: מכל זן נחתכו 5-10 פקעות (טבלה 2) לאחר האינקובציה מוינו תוצרי החיתוך ליחידות ריבוי המכילות נצר+שרש ויחידות ריבוי בעלות נצר בלבד (תמונה 1).

תמונה 3. יחידות ריבוי לאחר אינקובציה.
מימין לשמאל: יחידות ריבוי עם ניצן בלבד (1,2), יחידות ריבוי ניצן ושרש (3,4,5) אחרון משמאל מציג שורשון ונצר מפותחים.



טבלה 2: נתוני חיתוך ותוצרי אינקובציה

שם הזן	מספר פקעות שנחתכו	משקל ממוצע לפקעת (ג')	סה"כ יחידות שהועברו לאינקובציה	מצב יחידות הריבוי בתום האינקובציה (%)		
				ניצן בלבד	ניצן שרש	מומיה רקוב
צבעוני	5	62	75	57	40	3
בלק פורסט	5	98	97	64	32	4
קפטיין ספארי	10	71	275	50	45	5
בלק-מג'יק	10	82	245	48	40	8
פלורקס גולד	10	17.5	92	5	88	7
הוט שוט	10	22.3	102	13	80	7
טרז'ר	10	35.3	124	19	72	9
מג'סטיק רד	10	41.6	140	16	80	3

מצב יחידות הריבוי בתום האינקובציה מעיד על היכולת הרגנרטיבית של הרקמה להתחדש ולייצר ניצנים ושורשים. בולטים במיוחד בהקשר זה הזנים שהגיעו ממשק גפני בכפר הס ומקורם בתרבות רקמה. חומר זה ייצר את האחוז הגבוה ביותר של יחידות שורש ונצר למספר יחידות ריבוי (95% לפלורקס גולד ו-86% להוט שוט), והציג רמה נמוכה יחסית של יחידות ריבוי שפיתחו ניצן בלבד.

טבלה 3: התפלגות גודל של יבול פקעות.

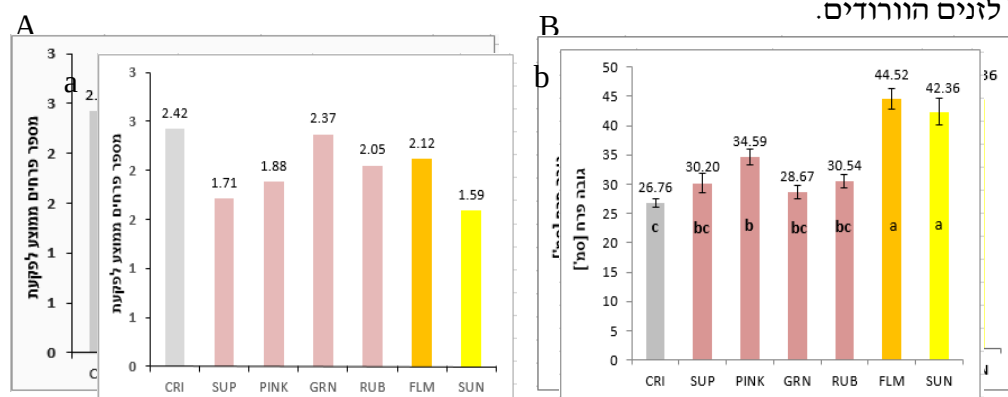
אחוז פקעות ליחידת גודל לפי אופי יחידת הריבוי														הזן
גודל פקעת	ניצן	ניצן+שרי	ניצן	ניצן+שרש	ניצן	ניצן+שרש	ניצן	ניצן+שרש	ניצן	ניצן+שרש	ניצן	ניצן+שרש	ניצן	מג'סטיק רד
<6	35	23	9	15	33	7	24	13	12	24	0	15	0	10
6-8	58	54	18	15	34	31	23	32	20	30	36	41	30	30
8-10	5	23	27	27	23	44	31	33	45	32	8	32	28	60
10-12	2	36	36	36	10	16	20	17	22	11	33	11	11	10
+12		9	6	6	2	1	1	4	1	2	17	2	8	2

חומר הריבוי שהגיע מקליפורניה והיה גם הוא ממקור צעיר יחסית ומחומר ריבוי באיכות גבוהה, נתן גם הוא % גבוה יחסית של יחידות ריבוי הכוללות נצר ושורשים (79% לטרז'ר ו-83% למג'סטיק רד ביחס ל 30-50% בלבד בחומר הריבוי הוותיק. מכאן שגם לצורך ריבוי בחיתוכים יש חשיבות לאיכות החומר ההתחלתי וחומר שמקורו בתרבות רקמה או זרעים (הזנים הקליפורניים) הינו בעל פוטנציאל גבוה יותר לריבוי. בספירת היבול הסופית ניתן לראות כי גם יחידות שהכילו נצר בלבד התפתחו והגיעו לגודל שיווק.

3. גידול זני קאלה צבעונית באזור ההר בנוכחות ובהעדר מסך טרמי :

קיץ 2013

השתילה בוצעה ב 15.4.13. משקל הפקעות נע בין 40-5g. נשתלו זני קליפורניה, 30 צמחים לכל זן. בחודש אפריל טמפי' מצע ממוצעת הייתה 17°C , אך היו גם לילות קרים של 7°C . טמפי' האוויר שנמדדה הייתה בין 28°C ל 10°C . בחודש מאי, טמפי' מצע ממוצעת הייתה 21°C . טמפי' אויר בין 32°C ל 13°C . **נביטה** של הפקעות נמדדה בגובה של לפחות 5 ס"מ. הזנים PINK ו-SUN נבטו רק לאחר 30 יום משתילה. שאר הזנים התחילו לנבט כמעט מידית וימים ספורים לאחר השתילה (תוצאות לא מוצגות). **צבירת מסה** מקסימלית התקבלה בפקעות מזן RUB במשך עונת הגידול, ואילו פקעות הזן CRI צברו הכי מעט משקל. **גובה שושנת העלים** בזנים FLM ו-PINK בסוף צימוח היה הגבוה ביותר, הנמוך היה בזנים CRI ו-GRN. **הפריחה התאפיינה בשני גלים**: 71 יום (25.6.13) ו 81 יום (5.7.13) משתילה. בזנים RUB, PINK, CRI מס' הפרחים שהופיעו בגל פריחה הראשון היה פחות מ 30 אחוז מסך כל הפרחים של זנים אלה. בשאר הזנים לא הופיעו פרחים בגל הפריחה הראשון. **גובה הפרח** היה גבוה במובהק בזנים הצהובים SUN, FLM והנמוך בזנים הורוד והלבן CRI GRN (איור 2). **מס' פרחים ממוצע לפקעת** לא נבדל סטטיסטית אך היה יתרון קל לזנים הורודים.



איור 2: נתוני פריחה לקיץ 2013: a. מספר פרחים ממוצע לפקעת לזן. **b.** גובה פרח ממוצע לזן, נמדד מתחתית הגבעול עד לסוף עלה המתחל. נתונים מייצגים ממוצע $\pm$ סטיית תקן. מובהקות נקבעה על סמך ערכי $P < 0.01$. טיפולים המיוצגים בסימול זה אינם נבדלים סטטיסטית. נתוני כל זן מייצגים ממוצע מ 30 צמחים.

מס' פקעת תחילת	צבירת משקל בפקעת לעונה	ריקבון פקעות	גובה שושנת עלים בסוף	אחוז הפרחים אחוז יום לאחר	אחוז הפרחים אחוז יום לאחר
----------------	------------------------	--------------	----------------------	---------------------------	---------------------------

טבלה 4: נתונים לקיץ 2013. משקל פקעת ממוצע בתחילת עונה (g), צבירת משקל של הפקעת במשך העונה (אחוזים) נמדד כיחס בין משקל פקעת בסוף העונה לתחילת עונה; ריקבון בפקעת בסוף עונה (אחוזים); גובה צמח בסוף צימוח (לאחר זמן זה אין התארכות של הצמח); אחוז הפרחים מסך כל הפרחים לזן, 71 ו- 83 יום משתילה; נמדד לפי מוכנות הפרח לקטיף. מובהקות נקבעה על סמך ערכי $p < 0.01$. טיפולים המיוצגים באות זהה אינם נבדלים סטטיסטית.

עונה [g]	[%]	[%]	צימוח [cm]	שתילה [%]	שתילה [%]	
CRI	9.59	12.6 ⁰	21.18	33.3	66	
SUP	5.88	24.36 ^{ab}	32.35	0	100	
RUB	5.99	28.2 ^a	21.21	4.26	95.7	
PINK	8.58	16.7 ^{ab}	18.18	11.76	88.2	
GRN	10.35	21.1 ^{ab}	5.71	0	100	
SUN	8.13	18.1 ^{ab}	17.14	0	100	
FLM	9.43	15 ⁰	14.29	0	100	

חורף 2013/14

השתילה התבצעה ב 24.10.13. נשתלו 11 זנים, בעלי משקלי פקעות שונים המסווגים כ T_2 . בית הרשת כוסה בפלסטיק מיד עם השתילה. מתאריך 7.11.13 נפרש מסך טרמי מעל הצמחים לקראת חשכה, והוסר מחדש בסביבות השעה שבע בבוקר. נבדקו 16 צמחים מכל זן בקבוצות של 4 בלוקים באקראי, ו- 16 נוספים שימשו כביקורת ללא כיסוי. חודש דצמבר אופייני בכמה ימי חמסין ואירוע שלג כבד. טמפ' מצע **ממוצעת** בחודשי נובמבר –ינואר הייתה 9°C בלילה, ו- 21°C ביום. טמפ' מצע **מינימלית** היתה 1°C - (16.12.13) באירוע השלג, ומקסימלית בחמסין 38.8°C (1.1.14); טמפ' מינימלית מחוץ לבית הרשת הגיע ל 3°C - (15.12.13) והמקסימלית הגיע ל 28°C (26.11.13). הבדל טמפ' המצע, בין עציצים שהיו תחת מסך טרמי, לעציצים ללא מסך טרמי, היה סביב 2 מעלות. השקיה ודישון התבצעו על פי הנחיה של יצרן חומר הריבוי.

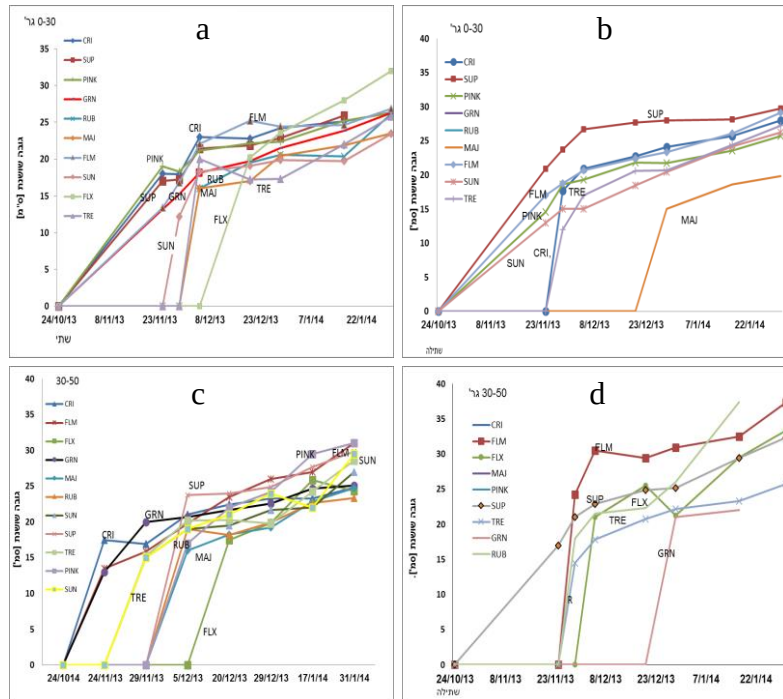
צבירת מסה של הפקעת לאורך העונה: במשקל פקעות התחלתי נמוך (5-30) גר', המסך הטרמי גרם לצבירת מסה משמעותית בזנים 'Sunshine' (SUN) ו- 'Rubylite' (RUB) בהשוואה לטיפול הביקורת. פקעות הזנים הותיקים 'Treasure' (TRS) ו- 'Majestic Red' (MAJ) צברו מסה נמוכה ללא הבדל בטיפולים. כל הפקעות **נבטו** לאחר כחודש משתילה, ללא הבדל בין טיפול מסך לביקורת. הזן 'Garnet glow' (GRN) הציג נביטה רק לאחר חודשיים משתילה, אך כמקרה נקודתי (23.12.13, 30-50 גר'). הזן MAJ נבט מאוחר לכל משקל פקעת. **גובה השושנת** ללא קשר למשקל פקעת היה דומה בין זני העציץ לזני קטיף. אופיינו 3 **גלי פריחה** שהציגו משך זמן ארוך יחסית לכל גל פריחה: גל ראשון (20.12.13) התחיל 53 יום משתילה, ונמשך 27 יום (15.1.14). גל שני (7.2.14) התחיל 102 יום משתילה ונמשך 21 יום, וגל שלישי התחיל 130 יום משתילה (7.3.14) ונמשך כ- 17 יום (24.3.14). **אחוז הפרחים** בצמחי הביקורת ברוב הזנים בגל הראשון והשני, עלה על אחוז הפרחים בטיפול במסך טרמי. נתון לא צפוי על סמך היתרון הקל בהעלאת טמפרטורת המצע בטיפול זה. מכאן שהמסך הטרמי **בניגוד לצפוי לא סייע לרכז פריחה, אך תרם לגודל הפקעות בסיום העונה ולגובה הפרחים בחלק מן הזנים.**

מספר הפרחים לפקעת: במשקל פקעות של 5-30 גר' וכן 30-50 גר' בזנים 'Crystal', GRN, 'Pink', 'Blush' (CRI), 'Rubylite' (RUB), 'Super Gem' (SUP) היה מספר פרחים גבוה לפקעת (עד 22 פרחים לפקעת בזן RUB), ללא קשר לטיפול. כל הזנים הללו מוגדרים זני עציץ. בזנים המוגדרים "זני קטיף", כולל הזן 'Majestic Red', היה מספר פרחים נמוך מ 6 לפקעת.

גובה הפרח: במשקל פקעת של 30-50 גר' נמצא יתרון מובהק לטיפול תחת מסך טרמי בזנים CRI, SUP, RUB, 'Florex Gold' (FLX). במשקל פקעת של 50-80 גר', היה הבדל מובהק בגובה הפרח בין ביקורת, לטיפול מסך טרמי בזנים RUB, MAJ, FLX. **המסך התרמי לא השפיע על הקדמת הצצה או התפתחות השושנת לעומת הביקורת בשתי רמות משקל הפקעות שנבדקו (5-30 ו- 30-50 גר').**

לעומת זאת, התוצאות מצביעות באופן כללי על תרומה מובהקת של המסך הטרמי לאורך הפרחים וכן למספר הפרחים לפקעת בחלק מן הזנים, כפי שמוצג בטבלה 6.

איור 3. גובה שושנת עלים לזן [ס"מ] לאורך עונת הגידול. לפי משקל פקעת התחלתית של: **a.** ביקורת 5-30 גר' **b.** 5-30 גר' **c.** 30-50 גר' **d.** 30-50 גר' טרמי. העלה הגבוהה בשושנת העלים נמדד אחת לשבוע וחצי. נתונים מייצגים ממוצע של כל זן, 4 צמחים בארבע חזרות סה"כ 16 צמחים לטיפול.



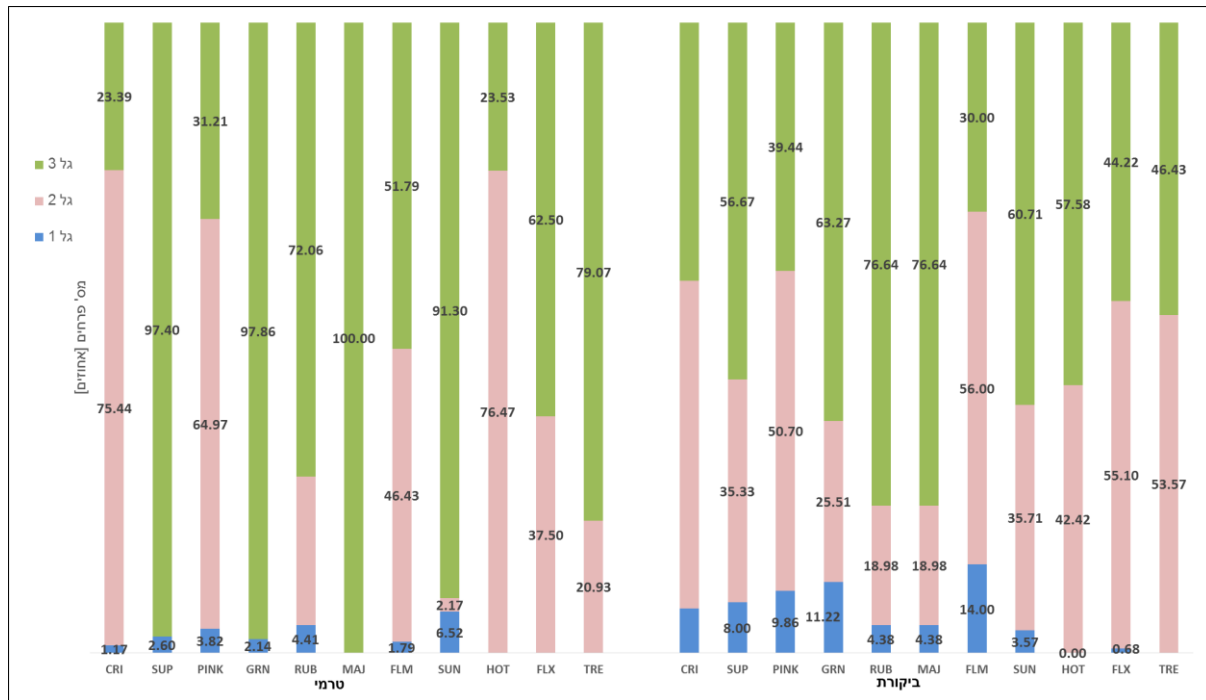
טבלה 5. גובה שושנת עלים (ס"מ) בסוף צימוח (31.1.14) על פי משקל פקעת. שושנת העלים נמדדה אחת לשבוע עד לתאריך שממנו והלאה לא הייתה התארכות נוספת של העלים. כוכבית מסמנת מובהקות בין טיפול מסך טרמי לביקורת ונקבעה על סמך ערכי מובהקות $p < 0.01$ במבחן Student t-test.

גובה צמח בסוף צימוח [ס"מ] (31.1.14)							
80+		50-80		30-50		5-30	
ביקורת		ביקורת		ביקורת		ביקורת	
טרמי		טרמי		טרמי		טרמי	
35.0	32.5	35.0	30.5	28.8 *	24.7	28.0	26.3
			33.5	32.4	29.8	29.7	25.2
		30.0		29.3	31.0	25.7	26.2
			31.5	27.5	25.1	25.9	26.2
		24.3	24.8	37.4 *	23.3	23.6	25.5
27.5		27.5	26.5	27.1	24.8	19.8	23.5
				37.3	31.0	29.1	26.8
		26.2			29.5	26.2	23.4
	31.1	30.8	31.2	33.3	24.3		32.0
				25.7	28.6	27.2	25.7

טבלה 6. נתוני גידול חורף 2013-14. **a.** גובה ממוצע לפרח [ס"מ] על פי משקל פקעת לטיפול טרמי או ביקורת. גובה פרח נמדד לאחר תלישה ונמדד מתחתית הגבעול ועד לקצה עלה המתחל. **b.** מספר פרחים ממוצע לפקעת לפי משקל פקעת לטיפול, מבוטא במספר פרחים סה"כ לזן, מחולק במספר הפקעות שנובטו. כוכבית מסמנת מובהקות בין טיפול טרמי לביקורת ונקבעה על סמך ערכי מובהקות $p < 0.01$ במבחן Student t-test. טיפולים ללא סימון אינם נבדלים

גובה ממוצע לפרח [ס"מ]					
50-80		30-50		0-30 גר'	
ביקורת		ביקורת		ביקורת	
טרמי		טרמי		טרמי	
29.7	29.58	32.2 *	25.76	28.39	24.7
	28.01	53.86 *	31.78	27.61	24.19
35.25		31.26	27.94	26.8	26.37
	21.17	24.55	22.24	23.41	23.87
26.14*	31.01	33.91*	27.7	24.3	28.4
35.3 *	28.6	31.61	29.22	25.92	26.02
		42.6*	34.5	35.54	36.50
33.8	33.8		33.10	34.13	33.62
38.7 *	42.87	39.02 *	31.71		35.47
		27.78	31.45	30.91	31.36

מספר פרחים לפקעת					
50-80		30-50		0-30	
ביקורת		ביקורת		ביקורת	
טרמי		טרמי		טרמי	
15.00*	5.00	10.43	7.00	10.00*	4.17
	19.50	12.43	13.33	7.44	6.45
19.00		13.75	13.00	7.25	8.60
	21.00	6.00	12.00	8.67	11.58
33.00*	14.50	22.00*	9.20	7.92	6.60
1.00	9.00	2.63	4.17	1.67	2.33
		6.67	3.33	3.08	2.54
6.00	5.00		2.50	2.45	3.46
16.29*	7.00	5.00	6.00		4.50
		2.50	4.56	2.33	2.40



איור 4. מספר פרחים (באחוזים) בגלי הפריחה לזן. עמודות צד ימין: ביקורת; עמודות צד שמאל: טיפול מסך טרמי. גלי פריחה: כחול, גל ראשון; ורוד גל שני; ירוק גל שלישי. הנתונים מבוססים על ארבע חזרות הכוללות 4 צמחים סה"כ 16 צמחים בכל טיפול לכל זן.

חלוקת הפרחים על פני עונת הפריחה הצביעה על שלושה גלי פריחה (איור 4). המסך הטרמי השפיע על פיזור הפרחים לאורך העונה בהשוואה לביקורת. גל הפריחה הראשון היה משמעותי יותר ללא מסך טרמי, עבור כל הזנים הקליפורניים. הזנים ההולנדים הוותיקים, לא פרחו בגל הראשון ללא קשר למסך. בטיפול הביקורת, כל הזנים ללא המסך הטרמי, הציגו גל פריחה שני. המסך הטרמי לעומת זאת דחה וריכוז את הפריחה לגל פריחה שלישי שכלל בחלק מהזנים את מרבית הפרחים. ע"ס התוצאות שהתקבלו ניכר כי ניתן להשתמש במסך הטרמי לצורך ריכוז הפריחה לגל השלישי, בעוד שגידול ללא מסך יספק פרחים במספר גלים לאורך העונה.

4. נתוני גידול זני קאלה באזור ההר בעונת הקיץ (2014):

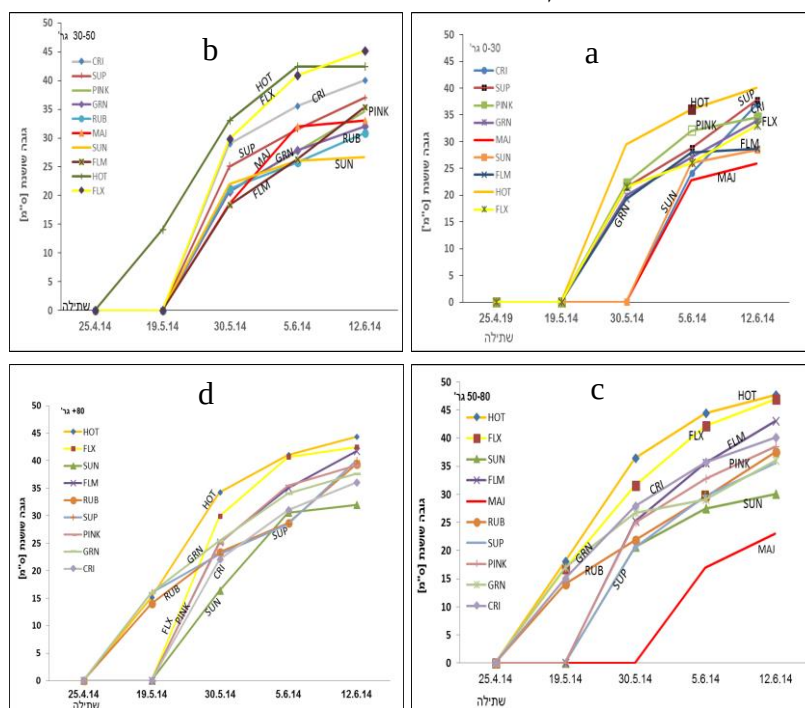
השתילה בוצעה בתאריך 24.4.14 משקל הפקעות נמדד לפני שתילה. המנהרה כוסתה ברשת צל 50% כחודש מאוחר יותר (בתאריך 23.5.14). טמפי' מצע מינימלית הייתה 7 מ"צ בלילה והגיעה למקסימום של 40°C ביום. בממוצע טמפרטורת המצע ביום הייתה בסביבות 25 מ"צ.

נביטה של הפקעות התחילה ימים ספורים לאחר שתילה. מס זנים: SUN, CRI, MAJ נבטו מאוחר יחסית כ- 24 יום משתילה. **גובה השושנת** בסוף צימוח בזנים CRI, FLX, HOT, היה הגבוה ביותר, והזן SUN היה הנמוך בין הזנים, למרות אפיונו כזן גבוה (זן קטיפי). **פריחה** החלה 32 יום (30.5.14) משתילה ונמשכה 70 יום. הפריחה התאפיינה בארבע גלי פריחה, כאשר הגל השלישי כלל את מרבית הפרחים. גל פריחה ראשון היה 32 יום (30.5.14) משתילה, גל פריחה שני 41 יום (8.6.14) משתילה, גל פריחה שלישי 63 יום (26.6.14) ורביעי 70 יום (8.7.14) משתילה. בגל

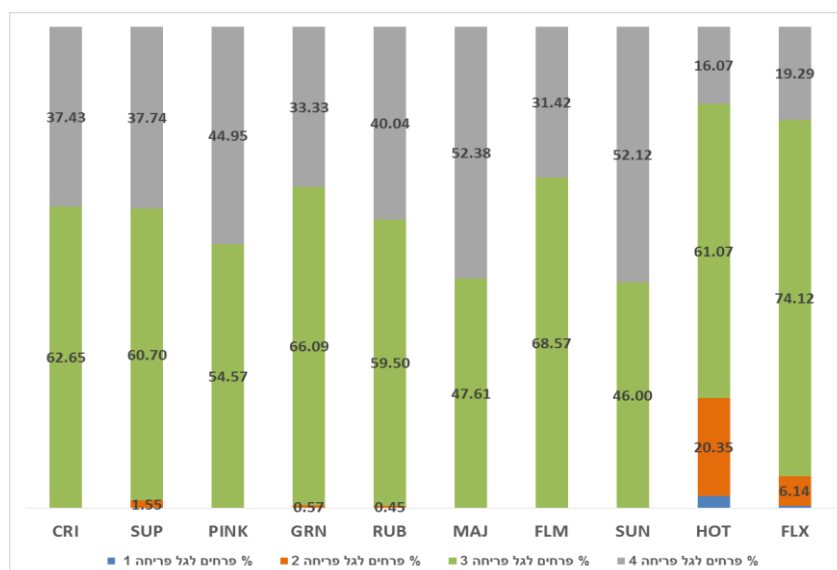
הראשון והשני רק הזנים GRN ו-HOT נתנו פרחים. **גובה הפרחים** הגבוהים ביותר למשקל פקעת 30-80+ גר' היה של זני הקטיפ FLX, HOT, SUN, FLM.

מספר הפרחים לפקעת נמצא ביחס ישר למשקל הפקעת, כאשר במשקל 5-30 גר' ו-30-50 גר' לפקעת, ההבדלים בין מספר הפרחים לפקעת בזנים השונים לא היו משמעותיים, וממשקל פקעת של 50 גר' ומעלה ישנו הבדל ברור בין זני קטיפ לעציץ במספר הפרחים לפקעת. אחוזי הפריחה בגלי הפריחה השונים בעונת הקיץ הראו כי מרבית הפריחה התרחשה למעשה בגל השני, לאחר גל ראשון שנתן כמות קטנה של פרחים בשני זנים בלבד (איור 6). יתר הזנים פרחו על פי הצפוי לגידול כ- 60 יום משתילה ומרבית הפרחים נקטפו במועד זה. הגל האחרון הופיע כשבוע מאוחר יותר וכלל קצת יותר מ-שליש הפרחים. הזנים המאחרים MAJ ו-SUN ייצרו יותר ממחצית הפרחים בגל הפריחה המאוחר. נתוני הצמיחה הוגסטיבית בסוף הגידול, כמות הפרחים וגובהם, מצביעים על מגמות הקשורות באופי הזנים הנבחנו (טבלה 7 a-c).

איור 5: גובה שושנת עלים לון [ס"מ] לאורך עונת הגידול. לפי משקל פקעת התחלתית של **a.** 5-30 גר' **b.** 30-50 גר' **c.** 50-80 גר' **d.** +80 גר'. העלה הכי גבוה בשושנת העלים נמדד אחת לשבוע וחצי. הנתונים מייצגים ממוצע של כל זן, בארבע חזרות הכוללות לפחות 5 פרחים, מינימום 20 צמחים לזן.



איור 6: מספר פרחים (באחוזים) בגלי הפריחה לון. עמודות מייצגות מספר פרחים ב 32, 36 יום (גל 1 מאוחד), 63 יום (גל 2), 70 יום (גל 3) משתילה. הנתונים מייצגים ממוצע של כל זן. כל זן מייצג מספר מינימום של 21 צמחים.



ניתן לראות (איור 5) כי קיימת תלות בין התפתחות שושנת העלים לגודל הפקעת, כך שפקעות גדולות מפתחות שושנת בעלת עלים גבוהים יותר. העלים של הזנים הצהובים, בדומה לפרחים של זנים אלה, גבוהים יותר והזן HOT מציג יתרון על פני האחרים. עוד ניתן לראות כי הזנים MAJ וכן SUN מאחרים להציץ ביחס לזנים האחרים גם בתנאי גידול קיץ.

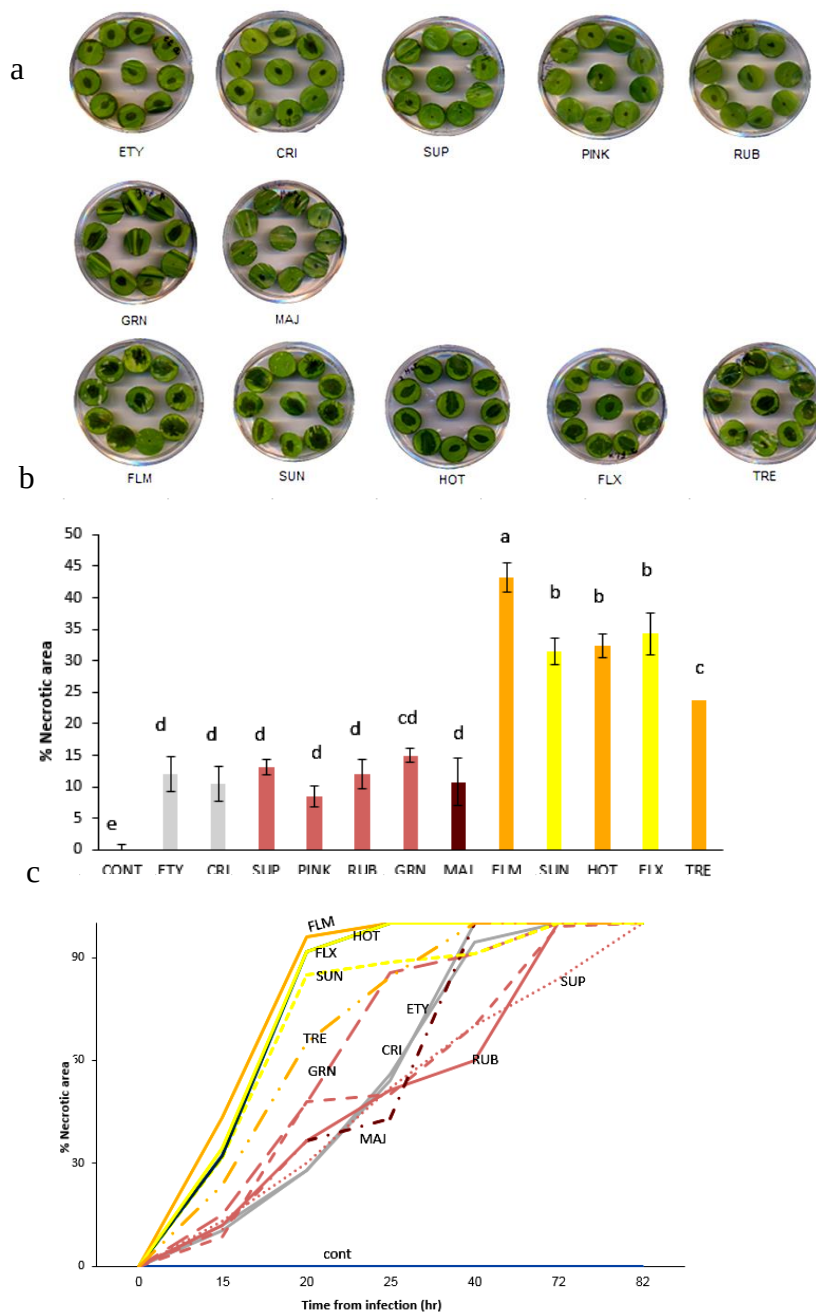
טבלה 7 a-c: נתוני גידול עונה קיץ 2014: a. גובה שושנת עלים בסוף צימוח [ס"מ] בכל אחד מהזנים; b. מספר פרחים ממוצע לפקעת מסוכם לפי משקל פקעת עבור כל אחד מהזנים. מחושב עפ"י מספר פרחים כללי לזן מחולק במספר פקעות שנבטו לזן. הערכים מייצגים ממוצע של 21 חזרות לזן; c. גובה ממוצע [ס"מ] לפרח, מסוכם לפי משקל פקעת. גובה הפרח נמדד לאחר תלישה מתחתית הגבעול ועד לקצה עלה המתחל. מובהקות לאורך העמודות נקבעה על סמך ערכי $p < 0.01$, זנים המיוצגים באות זהה או ללא סימון, אינם נבדלים סטטיסטית.

גובה צמח בסוף צימוח [ס"מ] (12.6.14)					מס' פרחים ממוצע לפקעת					גובה ממוצע לפרח [ס"מ]				
80+	50-80	30-50	5-30		80+	50-80	30-50	5-30		80+	50-80	30-50	5-30	
36	40.1	40	37	CRI	23.6 ^a	19.5 ^a	10.5		CRI	50.8	49.3	49.7	42	CRI
40	35.6	37	37.8	SUP	15.75	12.6	9.75	5.8	SUP	48.8	46.3	42.6	45.9	SUP
39.1	38.4	34.6	34.5	PINK	14.5	13.6	8.1	3.5	PINK	50.3	50.6	47.8	50.8	PINK
39.3	37.5	32	33.8	RUB	20.66	18.3 ^{bc}	10	6.8	GRN	41.4	40.8	38.9	35.1	GRN
37.6	36	30.8		GRN	18.8	17.25 ^{ab}	11.75 ^a		RUB	46.2	44.9	44.9		RUB
	23	33	25.9	MAJ		3 ^c	8	0.5	MAJ		50.5	43.5	43	MAJ
32	30	26.6	28.4	SUN	12.66	7.7 ^c	5.2 ^b	3	FLM	58.8 ^a	55.2 ^a	52.2 ^a	48.6	FLM
41.6	43	35.2	28.6	FLM	9.25 ^b	8.5 ^c	5.1 ^b	4.3	SUN	51.8	52.5 ^a	51	49.3	SUN
44.3	47.6	42.4	40	HOT	15.83	9.55 ^c	8.9	10	HOT	51.8	54.3 ^a	55.6 ^a	41.1	HOT
42.5	46.8	45.1 ^a	33	FLX	14.2	8.07 ^c	7.2		FLX	50.5	53.3 ^a	53.3 ^a	57	FLX

5. עמידות ל- *P. carotovorum* בזני קאלה:

זני קאלה צבעונית מציגים הבדלים משמעותיים במידת העמידות למחלת הרקבון הרך. נבחנו 11 זנים מניו-זילנד וכן 8 זנים קליפורניים שיובאו לישראל בהשוואה לשני זנים וותיקים ולק. אתיופיקה (איור 7). בזנים הקליפורניים נצפתה שונות רבה במשתני גידול וכן הבדלים משמעותיים בעמידות לחידק הריקבון הרך. גם הזנים מניו זילנד הציגו הבדלים משמעותיים בעמידות לחידק. באופן כללי, ניתן לומר כי מבחינת העמידות הצביעו על יתרון מובהק לזנים הוורודים והלבנים ביחס לזנים הצהובים כתומים משתי הקבוצות (ניו זילנד: 'Fiesta', 'Yellow jacket', 'Amarillo', 'Picante') (קליפורניה: HOT, FLM, SUN, TRE, FLX). המציגים רגישות גבוהה לחידק (איור 7). הזן האדום ורוד הוותיק MAJ והזנים PINK, SUP ו-RUB הציגו עמידות גבוהה יחסית ודומה לזו של ק. אתיופיקה. בזני ניו זילנד, הצטיינו בעמידות הזנים הוורודים 'Aurora', 'Black Jack' ו-'Hot Cherry' וכן הזן הלבן 'Jack Frost'. זני קאלה אתיופיקה 'Flamingo' וקאלה ישראלית היו העמידים ביותר (לא מוצג). הפתיע לטובה הזן הצהוב מזני ניו-זילנד 'Solid Gold' שהיה עמיד מאוד גם יחסית לזנים הוורודים ומסתמן כזן מתאים לפיתוח ולבחינת האפשרות להפכו לזן צהוב מוביל. במהלך תקופת המחקר עדיין לא התקבלו נתוני גידול ושיווק עבור זן זה, אך נתוני העמידות למחלת הרקבון הרך הועברו למשתלה. אחת ממטרות המחקר בפרויקט הקאלה הצבעונית הייתה לנסות ולמצוא קשר אפשרי בין זנים עמידים למחלת הריקבון הרך, לבין מדדים ביוכימיים. לשם כך נלמדו פרופילים של מטבוליטים מקבוצת הפוליפנולים בפרחים ובעלים בקבוצת הזנים ממקור קליפורני. נתוני התפתחות המחלה

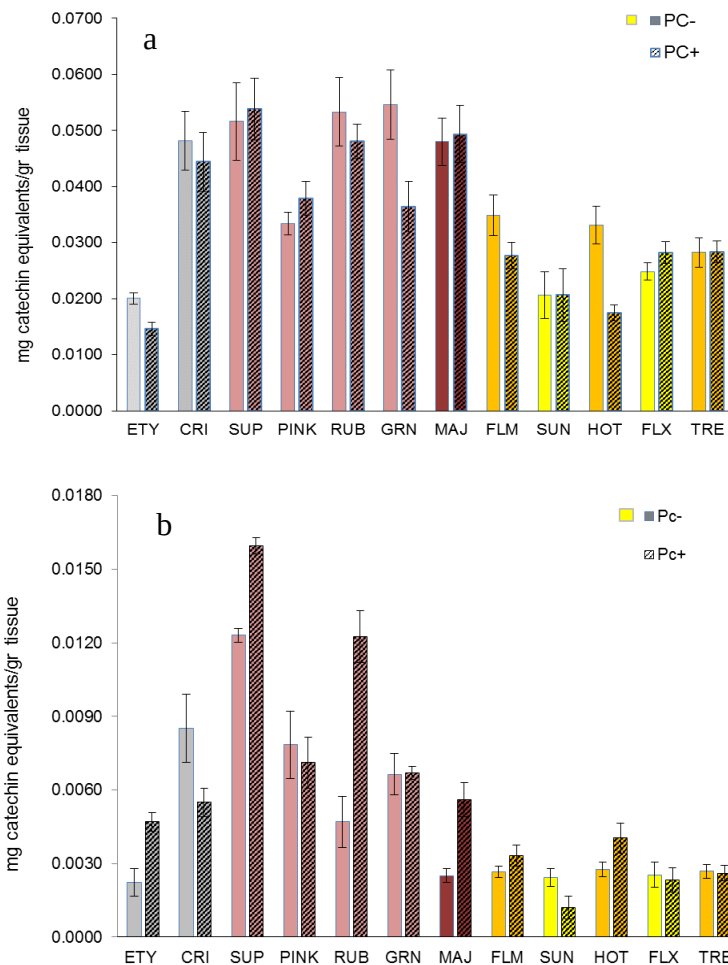
מצביעים על הבדלים ברגישות בין הזנים הצהובים כתומים, ופחות בין הזנים העמידים יותר (ורודים). ניכר הבדל משמעותי מאוד בין הזנים הורודים כקבוצה והזנים הצהובים כתומים.



איור 7: הבדלים בהדבקה בחיידקי *Pectobacterium carotovorum* (Pc) בין זנים שונים של קאלה צבעונית. דסקיות עלי קאלה צבעונית ולבנה מ 12 זנים הודבקו ב 10^8 CFU/ml בריכוז 10^8 CFU/ml ביקורת טופלה ב DDW. **a.** שטח נקרטי 15 שעות לאחר האילוח בחיידק, פאנל עליון ואמצעי – זנים ורודים, אדומים ולבנים. פאנל תחתון – זנים צהובים כתומים; **b.** נמדד שטח נקרטי (באחוזים) 15 שעות לאחר האילוח בחיידק; **c.** התפתחות סמפטומים (שטח נקרטי באחוזים) משעת האילוח בחיידק ועד 82 שעות לאחר ההדבקה. עמודות מייצגות שטח נקרטי (אחוזים) $\pm$ שגיאת תקן. מובהקות נקבעה ברמה של $p < 0.05$. טיפולים עם אותיות זהות אינם נבדלים סטטיסטית. תוצאות מייצגות ממוצעי שתי עונות לכל זן, נדגמו 3 עלים מ 3 צמחים שונים מהם נלקחו 30 דסקיות להדבקה בחיידק.

תכולת פוליפנולים נמדדה בצמחים מזני קליפורניה עם וללא הדבקה בחיידק: בדומה לנתוני ההדבקה, ניתן לראות בבירור כי הזנים הוורודים מציגים תכולת פוליפנולים כללית גבוהה במובהק מזו של הזנים הצהובים. אולם, לא ניתן לקשר באופן סטטיסטי בין כמות הפוליפנולים

לעמידות בתוך אותה קבוצת זנים. ק. אתיופיקה הציגה רמה לא גבוהה של פוליפנולים וקרובה יותר לזנים הצהובים. אם כי, יכולת ההגברה של פוליפנולים חופשיים (בלתי מצומדים לקב' סוכרית) בעלים של ק. אתיופיקה עולה על זו של הזנים הצהובים. בכל מקרה, מסתמן כי מנגנונים אחרים הקשורים לעמידות מעורבים ביכולת הגבוהה של ק. אתיופיקה להתמודד עם חשיפה לחיידק. בשתי קבוצות הזנים הצבעוניים, אין עליה בתכולת פוליפנולים כלליים לאחר ההדבקה בחיידק, עלייה כזו נכרת במידת מה בפוליפנולים חופשיים (בלתי מצומדים) ובעיקר בקבוצת הזנים הוורודים.



איור 8: כלל תרכובות פנוליות מבוטאות ב mg/g רקמת עלה (על סמך כיוול עם catechin מסחרי) לאחר הדבקה בחיידק וכביקורת. **a.** כמות פנול כללי (TP); **b.** פנול חופשי (לא מצומד) (FP). עמודה מפוספסת מייצגת טיפול הדבקה בחיידק, עמודה מלאה מייצגת ביקורת מטופלת ב DDW. הערכים מייצגים ממוצע שני ניסויים בעונות שונות, בשלוש טריפלטים $\pm$ שגיאת תקן.

העלייה במספר זנים וורודים בתכולת פוליפנולים חופשיים (בלתי מצומדים לקב' סוכרית) עשויה להתרחש עקב עלייה בפעילות אנזימטית של אנזימים מקבוצת הבטא-גלוקוזידאזות המפרקים את הקבוצה הסוכרית כדי להפוך את הפנולים לפעילים מבחינה ביולוגית (איור 8). הזנים הוורודים מצביעים על יתרון ביחס לצהובים הן בתכולת פוליפנולים, והן ביכולת להגביר תכולת פוליפנולים בתגובה לנוכחות החיידק.

6. בדיקת פנולים כלליים ואנתוציאנינים בעלים ופרחים:

פרח הקאלה בנוי מתפרחת שבמרכזה שזרה בשרנית (spadix) העטופה בעלה מתחל (spath). צבעו של עלה המתחל, הוא זה האחראי למגוון זני הקאלה הצבעונית (Funnell, 1993). שלוש קבוצות פיגמנטים עיקריות קובעות את צבע פרח הקאלה: כלורופיל, קרטנואידים, ואנתוציאנינים. כדי לבסס קשר אפשרי בין סבילות הזנים לחיידק Pc ולצבע הזן, נבדקה נוכחות פנולים כללית ואנתוציאנינים בפרחים. הבדיקה נעשתה ע"י מיצוי פנולים כללי ואנליזה במכשיר HPLC, כנגד סטנדרטים ידועים. נבדקו כל 12 הזנים. קבוצת הזנים מקליפורניה נבדקה בעונה הראשונה ובעונה השנייה קבוצת הזנים הניוזילנדים. הזן MAJ נבדק בשתי העונות ושמש נקודת יחוס בין שתי העונות. כמות הפנולים והאנתוציאנינים היחסית מוצגת כשטח הפיק מחולק במשקל הדוגמא הנבדקת $10^6 \times$. תוצאות הפרחים אינן חופפות לתוצאות שהתקבלו ממיצוי העלים ומאנליזת Folin – Ciocalteu (FCR) לבדיקת תכולת הפוליפנולים הכללית, והפוליפנולים החופשיים (אגליקונים) ברקמת העלה.

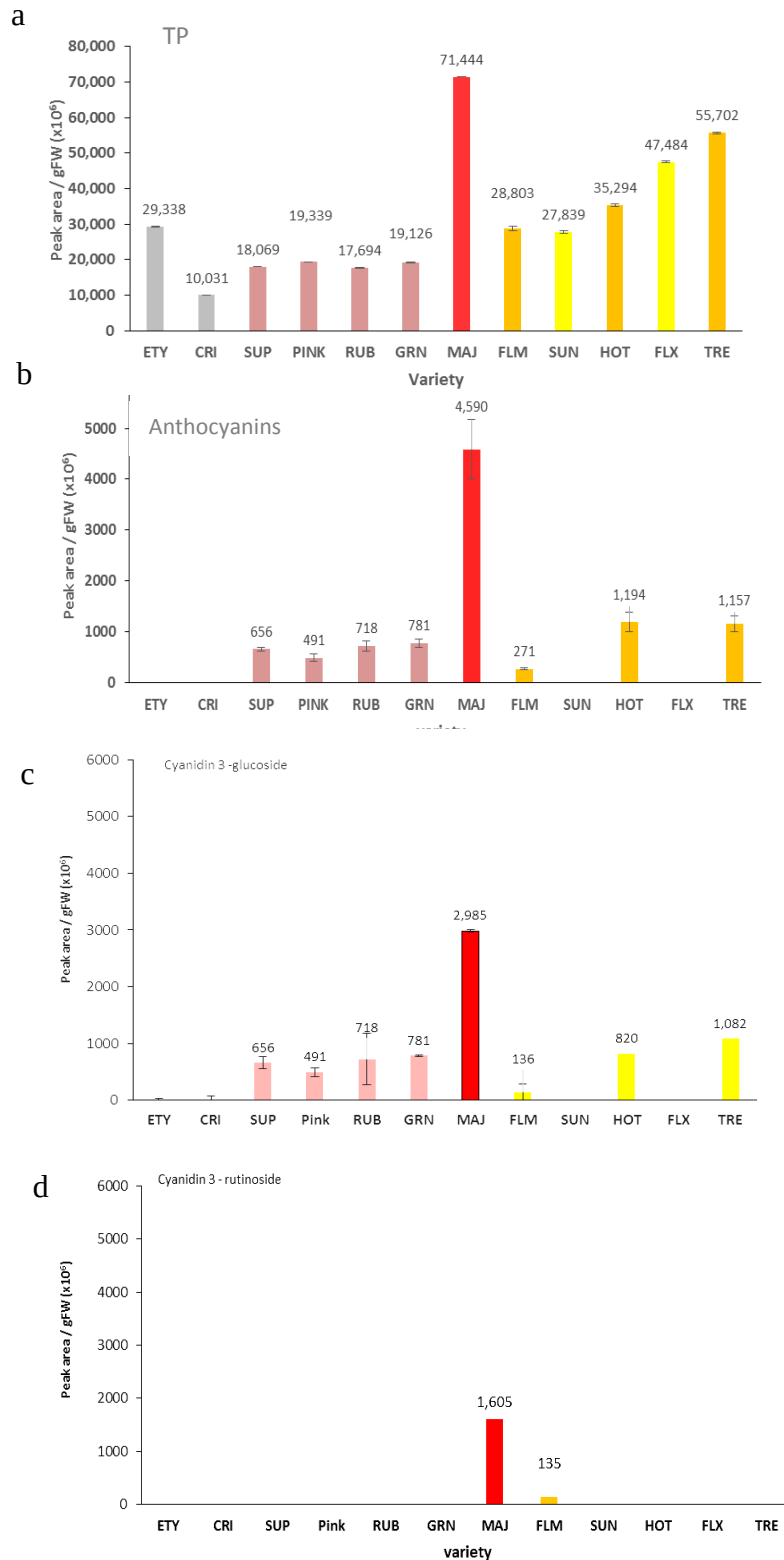
פרקציית הפוליפנולים הכללית בפרחים (TP): כללה כ 40 חומרים שעזבו את הקולונה בין הדקה ה 16 ל 40. פרופיל הבליעה הציג שני פיקים: 337–351nm ו 524 nm. בזן MAJ האדום, כמות הפנולים הכללית הייתה פי 2 ויותר בהשוואה לזנים הצהובים ופי 3.6 יותר בהשוואה לזנים הוורודים והלבנים. באופן מפתיע בנגוד לתוצאות בעלים, פרחי הזנים הצהובים והכתומים הכילו כמות פוליפנולים כללית גבוהה מזו של הזנים הוורודים (איור 9 a).

בזנים הצהובים והלבנים לא נמצאו כלל **אנתוציאנינים**. הזן MAJ הכיל פי 7 ו 5 יותר אנתוציאנינים מהזנים הוורודים והכתומים (בהתאמה) (איור 9 b).

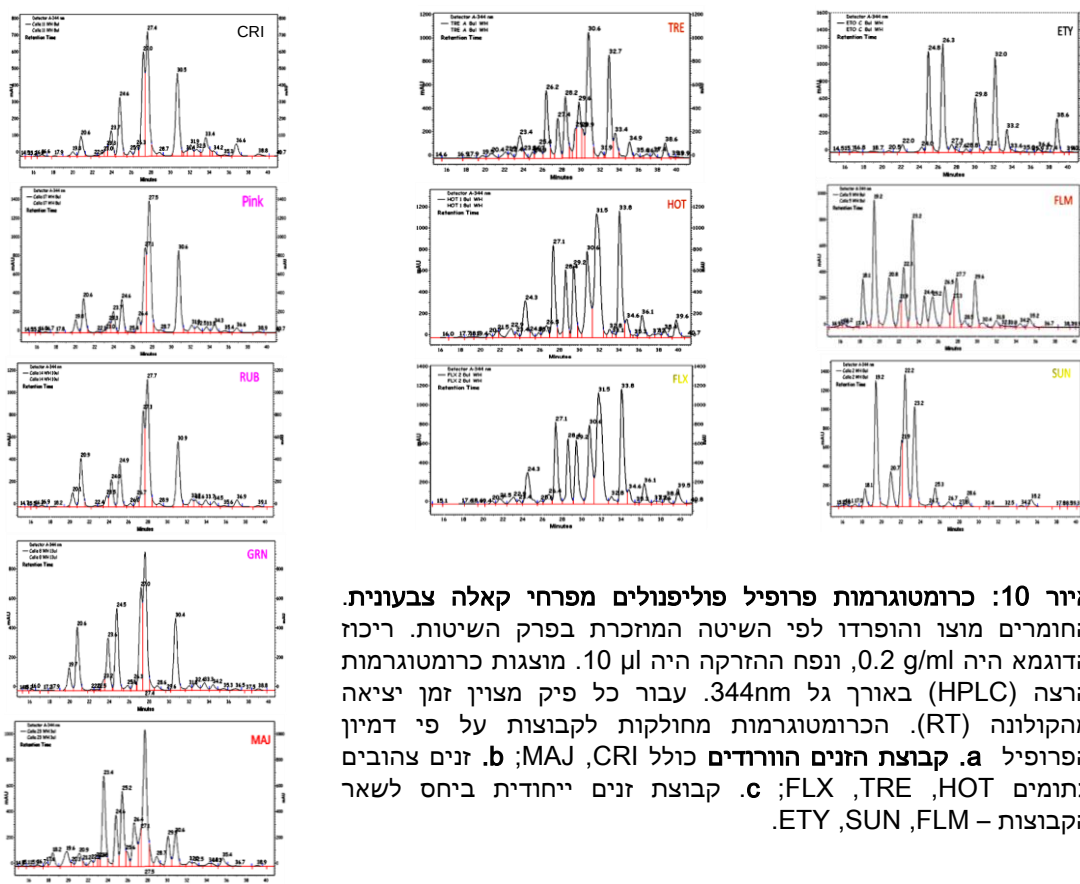
במחקר שבוצע בניוזילנד [16] אופיינו פלבנואידים ואנתוציאנינים בפרחי קאלה צבעונית, וזהו שני אנתוציאנינים: Cyanidin 3-glucoside ו- Cyanidin 3-rutinoside. באנליזות שלנו זהו שלושה אנתוציאנינים עיקריים, שניים זהים להנ"ל ושלישי בכמות קטנה מאוד. זיהוי ה- Cyanidin 3-glycoside נעשה לפי סטנדרט. זיהוי החומר השני Cyanidin 3-rutinoside נעשה על פי המאמר הנ"ל, לפי RT (זמן יציאה מהקולונה) ואורך הגל. החומר Cyanidin 3-glucoside הופיע בכל הזנים הוורודים, האדומים והכתומים אך לא בצהובים. Cyanidin 3-rutinoside הופיע רק בשני זנים: MAJ (אדום) ו FLM (כתום) (איור 9 c, d). החומר השלישי הופיע רק בזנים TRE ו HOT הכתומים (תוצאה לא מוצגת).

פרופיל הכרומוטוגרמות של הפנולים הכללים (TP) באורך גל 344nm מציג דמיון בין זנים כתומים לצהובים. בנוסף ישנו דמיון בפרופיל של ארבעת הזנים הוורודים. מבין זנים אלו, הזן SUP נבדל מעט בפרופיל. הזן CRI דומה לזנים הוורודים, בעוד שהזן MAJ האדום דומה יותר לזן SUP הוורוד. ניתן לחלק פרופיל הכרומוטוגרמות ל 3 קבוצות: A. זנים וורודים כולל הזן האדום – MAJ, והזן הלבן – CRI; B. זנים כתומים וצהובים – FLX, HOT, TRE; C. זנים אחרים: ק. אתיופיקה - ETY הזן הצהוב – SUN והזן הכתום – FLM (איור 10).

כמות פוליפנולים כללית (TP) **בעלים** בזנים MAJ, RUB, SUP הייתה הגבוהה בין כל הזנים, והציגה תמונה שונה מזו שהתקבלה מאנליזת הפרחים. לזנים הוורודים היה יתרון על הזנים הצהובים מבחינת תכולת פוליפנולים כללית בעלים, ולא נמצאו אנתוציאנינים בעלים. החלוקה לקבוצות על פי דמיון בין פרופיל הכרומוטוגרמות בעלים, דומה לזו שהתקבלה בפרחים. ניתן לשער כי ריכוז גבוה של פוליפנולים בעלים משמעותי יותר לעמידות מריכוזם בפרחים.



איור 9: השוואת כמות פוליפנולים כללית ואנתוציאנינים בפרחים. פוליפנולים מוצו מפרחי קאלה צבעונית ולבנה, והופרדו לפי השיטה המוזכרת בפירוט השיטות. ריכוז הדוגמא היה 0.2 gr/ml, ונפח ההדלקה היה 10 µl. כל הדוגמאות נבחנו לפי שטחי הפיקים שיצאו באורכי הגל 337nm–351nm ו 524 nm; **a**. כמות פוליפנולים כללית (TP); **b** כמות אנתוציאנינים; **c**. כמות Cyanidin 3-glycoside; **d**. כמות Cyanidin 3-rutinoside. העמודות מייצגות כמויות המבוטאת בשטח הפיק מחולק במשקל הרקמה המוזקת כפול $\pm 10^6$ סטיית תקן. מיצוי הפנולים נעשה משלוש חזרות ביולוגיות, בשלוש חזרות טכניות עבור כל חזרה.



איור 10: כרומטוגרמות פרופיל פוליפנולים מפרחי קאלה צבעונית. החומרים מוצו והופרדו לפי השיטה המוזכרת בפרק השיטות. ריכוז הדוגמא היה 0.2 g/ml, ונפח ההזרקה היה 10 µl. מוצגות כרומטוגרמות הרצה (HPLC) באורך גל 344nm. עבור כל פיק מצוין זמן יציאה מהקולונה (RT). הכרומטוגרמות מחולקות לקבוצות על פי דמיון הפרופיל **a**. קבוצת הזנים הוורודים כולל CRI, MAJ; **b**. זנים צהובים כתומים HOT, TRE, FLX; **c**. קבוצת זנים ייחודית ביחס לשאר הקבוצות – ETY, SUN, FLM.

הפרופילים המטבוליים שהתקבלו מן ההרצות מצביעים בבירור על הקרבה הגנטית בין המכלואים השונים וניתן בפירוש לזהות קווי טיפוח שמקורם בקווי הורים קרובים גנטית. כל הטיפוסים הוורודים מציגים דמיון בפרופיל הפוליפנולים שלהם כמו גם עמידות גבוהה יותר למחלת הריקבון הרך. כדי לקשר בין חומריים ייחודיים בפרופיל לבין העמידות יש צורך בעבודה נוספת שלא תוכננה למסגרת זו. מאידך, פרופיל דומה לזנים הוורודים עשוי להצביע על פוטנציאל גבוה יותר לעמידות. הקשר בין הצבע לעמידות נגזר כנראה מתכולת פוליפנולים כללית בעלים ולא ניתן לקשר אותו לפיגמנטים האחראים לצבע. פיגמנטים אנתוציאניים נמצאו בשתי קבוצות הזנים, הן בזנים הכתומים הרגישים לחיידק והן בזנים הוורודים אדומים, העמידים יותר.

7. סיכום ומסקנות

א. השנה צפויים בישראל שטחי גידול בהיקף של 10 דונם. לא מדובר בגידול מסה, אך בהחלט ניתן לראות התפתחות נישה שעדיין מוקדם לקבוע אם תצדיק את עצמה מבחינה מסחרית גם בשנים הבאות. חלוקת השטחים היא עפ"י הטבלה הבאה:

צפי שתילות במהלך עונת 2015/16

אזור	מספר דונם	מגדלים
השפלה	2.5	1
מרכז	3	2
הר מרכזי	3	2
גליל תחתון	1	1
רמת הגולן	0.5	1
סה"כ	10	7

ב. בעונת 2014-15 נכנסו לגידול מסחרי לראשונה זני פטנט חדשים ממקור ניו-זילנד לאחר ריבוי במשתלת גפני בכפר הס. לגבי זנים אלה יש בידינו נתונים חלקיים, וחשוב לזכור כי מדובר בעונת שיווק אחת לגבי חומר מגודל T2 ויש להמשיך את המעקב כדי לקבל נתונים הדירים. לא ניתן היה לקבל כמויות מדויקות היות וחלק מהחומר שווק ליצוא וחלקו לשוק המקומי.

צבע	שם הזן	כמות פרחים	מחיר ממוצע (€)	תקופת שיווק מומלצת	הערות
צהוב	AMARILLO	5-7	1.3-0.7	ינואר-אפריל	פרח מאוד איכותי גבוה, גבעול עבה, ראש מושלם
צהוב	YELLOW JACKET	6-8	0.7-0.4	ינואר-אפריל	זן נמוך יותר עם פרחים פחות גדולים אך יכול גבוה יותר, בעזרת נינוס מתאים גם לעציצים הרבה פרחים, מעט נמוכים.
ורוד כהה	HOT CHERRY	7-9	1-0.6	דצמבר-פברואר	יותר גבוה מהוט-שרי.
ורוד פוקסיה	ROSA	6-8	1.2-0.7	דצמבר-פברואר	
כתום	PICANTE	5-7	1-0.7	ינואר-אפריל	
לבנדר	AURORA	5-8	1-0.6	ינואר-מרץ	
שחור	BLACK JACK	6-8	1-0.6	דצמבר-פברואר	צבע סגול כהה
לבן	WHITE CHOCOLATE	7-10	1-0.6	ינואר-אפריל	המון פרחים

בעונת 2015/16 הוחלט לבחון שוב את זני קפטיין ממקור הולנדי לאחר שהגיעו עם הספק להסכמות בנוגע לתמלוגים. לזנים האלה יתרון בבורסה כיון שהם מוכרים ומבוקשים. נשתלו פקעות בשני מועדים במרץ 2015 פקעות טריות באזור ההר, ובאוקטובר 2015 פקעות לאחר אחסון של כמעט שנה. הפקעות נשתלו בציפורי, בערוגות ובכפר ידידיה. הזנים שנשתלו מפורטים להלן:

זן	צבע	הערות
MORELLI	צהוב	רק בהר
TRINITY	כתום/אדום	בשתילת אוקטובר כ-10% פחת מריקבון רך
ROMANCE	ורוד	בשתילת אוקטובר נראה מצוין
VENTUTA	לבן	
MELROSE	ורוד בהיר	בשתילת אוקטובר כ-10% פחת מריקבון רך
MADURO	ורוד/אפרסק	צריבות חוסיובש בעלים ופרחים ראשונים

ג. ההחלטה להתחיל את המחקר עם זנים וותיקים ופתוחים היתה טעות. מספר פרחים לפקעת בזני הקטיפה הוותיקים עדיין נמוך במידה משמעותית מהרצוי לגידול כלכלי. הזנים החדשים המוגנים בפטנט מסתמנים כבעלי פוטנציאל יכול גבוה יותר, אם כי גם כעת נראה כי אין הצדקה לגידול בגידול חד-שנתי וכדי להחזיר את עלות הפקעות יש לגדל למשך שתי עונות לפחות. נראה כי חומר הריבוי המיוצר בארץ הוא באיכות פיטופתולוגית גבוהה ופותר במידה רבה את בעיית התמוטטות השטחים מריקבון רך. מבחינת מיצוי פוטנציאל הפריחה נראה כי עדיין לא הצלחנו להגיע למיצוי מקסימלי של פוטנציאל הפריחה וכדי לקבל אותו ייתכן שאין מנוס מהשקעה בחימום מצע או חימום אויר. ניסויי הפריחה שנערכו בבקעת הירדן לאחר טיפולי המרצה, נתנו כמות פרחים גבוהה פי 2-3 ביחס לאותו זן ללא טיפולי המרצה.

ד. ניכרים הבדלים ברורים מאוד ברמת העמידות של זנים שונים למחלת הריקבון הרך. על סמך בדיקות המעבדה שלנו ניתן לבחור היום בזנים יותר עמידים.

ה. ניסויים עם חיידקים מעודדי גידול וטריכודרמה נמצאים בעיצומם ומסתמן כי חיידקים פרוביוטיים הניתנים בריסוס פקעות בשלב ההתבססות והנביטה וטיפול הגמעה בריכוז של 0.1% תורמים לאחידות השטח, ולבריאות הצמחים. כך גם טיפולי טריכודרמה עם התכשיר Rootshield® הניתנים על פי ההמלצות.

1. סיכום עם שאלות מנחות

נא להתייחס לכל השאלות בקצרה ולעניין, ב-3 עד 4 שורות לכל שאלה (לא תובא בחשבון חריגה מגבולות המסגרת המודפסת).

שיתוף הפעולה שלך יסייע לתהליך ההערכה של תוצאות המחקר.

הערה: נא לציין הפנייה לדו"ח אם נכללו בו נקודות נוספות לאלה שבסיכום.

מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
במסגרת המחקר הוקמה תשתית לגידול קאלה צבעונית בישראל מחומר ריבוי מקומי. אופיין כושר הריבוי של זנים שונים. היקף הגידול עלה מאפס בתחילת המחקר ל- 10 דונם נכון לשנת 2015 המחולקים בין 7 מגדלים. נערכה עבודה מקיפה בלימוד פיסולוגי של זנים באזור ההר ופרוטוקול הפרחה באזור הבקעה. נערך אפיון זני ק. צבעונית עמידים יחסית למחלת הרקבון הרך במעבדה ובשדה. נעשתה עבודה ביוכימית בנושא תכולת תרכובות בעלות אופי פנולי/פוליפנולי והקשר שלהן לעמידות הזנים. בנוסף מתבצעת עבודה שעדיין לא הסתיימה בבחינת טיפולים תומכי גידול שנועדו להפחתת מחלת הרקבון הרך והגברת עמידות הצמחים לעקות ביוטיות ואביוטיות. תוצאות ראשוניות מראות פוטנציאל גבוה לחיידקים פרוביוטיים וטריכודרמה.
עיקרי הניסויים והתוצאות.
גידול קאלה צבעונית בעונת החורף אינו מאפשר מימוש מלוא פוטנציאל היבול. העונות המומלצות הן שתילה סתוית או אביבית. כמויות הפרחים המתקבלות לעונת גידול אחת בזנים הוותיקים (Hot Shot, Florex Gold) אינן מצדיקות את הערך הגבוה של הפקעות בגידולים אלה. לעומת הזנים הוותיקים, חלק מזני הפטנט כמו 'Rosa', 'Amarillo', או הצהוב העמיד יחסית 'Solid Gold', כמו גם זני העציץ הקליפורניים 'Super gam', 'Garnet Glow' ו- 'Crystal Blush' מצליחים להגיע לכמות מרשימה של פרחים, 6-8 בזנים הניו-זילנדים ו- 10 ויותר בזנים הקליפורניים. הסיכומים לגבי הזנים ההולנדים העוברים המרצה בהולנד ומגיעים לישראל מוכנים לשתילה יהיו רק בתום שנה זו. הזנים השונים הציגו הבדלים דרמטיים בעמידות לחיידק הרקבון הרך. הזנים הורודים באופן כללי היו עמידים יותר לחיידק וייתכן כי עובדה זו קשורה לתכולה גבוהה יותר של חומרים בעלי אופי פוליפנולי בקבוצה זו. ההבדלים בריכוז תכולת פוליפנולים כלליים ופוליפנולים חופשיים (לא מצומדים) נמצאו בהתאמה לעמידות למחלה, אופיינו פרופילים ביוכימיים של הזנים. הפרופילים הראו כי ניתן להשתמש בהם ככלי לטיפוח היות והם מייצגים באופן ברור קרבה גנטית בין מכלואים.
מסקנות מדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר? המחקר ביסס את הגישה לפיה ניתן לגדל בהצלחה קאלה צבעונית מתרבות רקמה בישראל, לבצע ריבוי איכותי ולאפשר גידול במינימום נזקי מחלת רקבון הרך. מחלת הרקבון הרך היא פונקציה של חומר ריבוי ירוד והצלחנו להגיע לתוצאות טובות ע"י תמיכה במשק גפני בכפר הס המסוגל לספק ולהפיץ חומר ריבוי איכותי למגדלים. בנוסף פיתחנו פרוטוקול גידול שטרם פורסם למגדלים, אך עתיד להתפרסם בקרוב ולהיות זמין לשימוש. הכלים שפותחו במסגרת עבודה זו מאפשרים להבחין בהבדלים בעמידות בין זנים ולאפשר למגדלים לבחור בזנים העמידים יותר. התשתית יכולה לספק למגדלים חומר ריבוי איכותי בשתי דרגות T_1 ו- T_2 על פי נכונותם להשקיע. ניתן לומר כי על סמך הידע שנצבר עד כה בגידול, אין סיכון ברכישת חומר ריבוי איכותי המאפשר להחזיקו למשך שתיים ויותר עונות גידול. מבחינה זו מטרות המחקר הושגו ונפתח פתח משמעותי להתקדמות בגידול.
בעיות שנותרו לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנותרה לביצוע תוכנית המחקר? עדיין לא נפתרה בעיית העלות הגבוהה של חומר הריבוי והקמת התשתית האיכותית שהגידול דורש. כל אלה מייקרים מאוד את ההשקעות וקשה בשלב זה לקבוע האם מדובר בגידול רווחי. לשם כך נדרשות עונה או שתיים נוספות כדי לחזור על תוצאות גידוליות ולקבוע מי מן הזנים אכן מגיע לערכים הגבוהים של 8-10 פרחים לפקעת באיכות יצוא כדי להצדיק את עלויות הייצור הגבוהות.
כמובן שיש להתמקד בזנים רלוונטיים המתאימים יותר לתנאי הגידול בארץ. השיקולים מוכרחים להתבסס הן על איכות הפרחים, על מידת העמידות לפתוגנים, ויותר מכך על מספר הפרחים לפקעת. מספר הפרחים לפקעת מהווה פקטור משמעותי ונמצא נמוך מידי במרבית הזנים שנבדקו.

הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: פרסומים בכתב - ציטוט ביבליוגרפי כמקובל בפרסום מאמר מדעי; פטנטים - יש לציין שם ומס' פטנט; הרצאות וימי עיון - יש לפרט מקום, תאריך, ציטוט ביבליוגרפי של התקציר כמקובל בפרסום מאמר מדעי.	
פירסומים: 1. שניר פ., ויצמן ש., גפני מ., גלעד ז., ידידיה א. (2013). אקלום קאלה צבעונית בישראל: גידול לפרחי קטיף מבוסס לראשונה על חומר ריבוי מקומי. עלון ענף הפרחים מס' 7, שה"מ, מאי ע' 84-94. 2. גפני מ., שניר פ., ויצמן ש., וידידיה א. (2013). אינטרודוקציה של קאלה צבעונית מתרבותית רקמה. עלון ענף הפרחים מס' 8, שה"מ, אלול ע' 109-113.	
כנסים וימי עיון: 1. Y. Gutman, R. Pomeranz, S. Yariv, A. Lipsky, Z. Kerem and I. Yedidia. What makes a plant more resistant to <i>Pectobacterium</i>? <i>Zantedeschia</i> spp. a typical host of soft rot bacteria as a model. 2014. 3rd Euphresco Meeting. Bern Switzerland. p 5. 2. I. Yedidia, Y. Gutman, T. Luzzatto Knaan, S. Yariv, A. Lipsky and Z. Kerem. Priming a mechanism of defense in the response of <i>Zantedeschia</i> to <i>Pectobacterium carotovorum</i>. 2014. The 3rd International Erwinia workshop. Shanghai, China, p 12. 3. I. Yedidia, J. R. Joshi, T. Luzzatto Knaan, S. Yariv, Z. Kerem. Plant antimicrobial phenolics: arms in the battle against <i>Pectobacterium carotovorum</i>. 2014. The 13th International conference on Plant Pathogenic Bacteria. ICCPB, Shanghai, China. p 52.	
הרצאות למגדלים: 1. סכום עונת קאלה, 2/9/2013, קאלה צבעונית רשמי סיור בקליפורניה. 2. יום פתוח בענף הפרחים, 12/1/2014, יוזמות ויזמות בענף הקאלה בישראל. הרצאה למגדלים ומדריכי שה"מ. 3. סכום עונת קאלה, 1/9/2014, פעילות חומרים אנטימיקרוביאליים מצמחים על חיידקים הגורמים למחלת הריקבון-הרך. הרצאה למגדלים ומדריכי שה"מ.	
פרסום הדוח: אני ממליץ לפרסם את הדוח: (סמן אחת מהאופציות) רק בספריות < ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט) < חסוי - לא לפרסם <	
האם בכוונתך להגיש תוכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי? כן* - לא -	
כן. ייתכן שתוגש תוכנית הנוגעת לשיפור איכות הגידול בעזרת טיפולים תומכים להגברת יכול ושיפור איכות.	

רשימת ספרות מצוטטת:

- [1] K. Funnell, International calla sales, in: CallaNews, Hawera, New Zealand, 2008, pp. 3.
- [2] K.A. Funnell, Zantedeschia, in: A. De Hertogh, M. Le Nard (Eds.) The physiology of flower bulbs, Elsevier Science Publisher, Amsterdam, 1993, pp. 683-704.
- [3] R.C. Snijder, J.M. van Tuyl, Evaluation of tests to determine resistance of *Zantedeschia* spp. (Araceae) to soft rot caused by *Erwinia carotovora* subsp *carotovora*, Eur J Plant Pathol, 108 (2002) 565-571.
- [4] V. Naor, J. Kigel, Temperature affects plant development, flowering and tuber dormancy in calla lily (*Zantedeschia*), J Hort Sci Biotech, 77 (2002) 170-176.
- [5] V. Naor, J. Kigel, M. Ziv, Hormonal control of inflorescence development in plantlets of calla lily (*Zantedeschia* spp.) grown in vitro, Plant Growth Regul, 42 (2004) 7-14.

- [6]V. Naor, J. Kigel, M. Ziv, M. Flaishman, A developmental pattern of flowering in colored *Zantedeschia* spp.: Effects of bud position and gibberellin, *J Plant Growth Regul*, 23 (2004) 269-279.
- [7]R.C. Snijder, P. Lindhout, J.M. van Tuyl, Genetic control of resistance to soft rot caused by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* in *Zantedeschia* spp. (Araceae), section *Aestivae*, *Euphytica*, 136 (2004) 319-325.
- [8]P.J. Wright, A soft rot of calla (*Zantedeschia* spp.) caused by *Erwinia carotovora* subspecies *carotovora*, *New Zeal J Crop Hort*, 26 (1998) 331-334.
- [9]P.J. Wright, C.M. Triggs, G.K. Burge, Control of bacterial soft rot of calla (*Zantedeschia* spp.) by pathogen exclusion, elimination and removal, *New Zeal J Crop Hort*, 33. 117-123 (2005)
- [10]P.J. Wright, G.K. Burge, Irrigation, sawdust mulch, and Enhance (R) biocide affects soft rot incidence, and flower and tuber production of calla, *New Zeal J Crop Hort*, 28 (2000) 225-231.
- [11]L. Ni, L. Guo, J.B.M. Custers, L. Zhang, Characterization of calla lily soft rot caused by *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* ZT0505: bacterial growth and pectate lyase activity under different conditions, *J. Plant Pathol.*, (2010). 92 421-428.
- [12]A. Golan, Z. Kerem, O.M. Tun, T. Luzzatto, A. Lipsky, I. Yedidia, Combining flow cytometry and gfp reporter gene for quantitative evaluation of *Pectobacterium carotovorum* spp. *carotovorum* in *Ornithogalum dubium* plantlets, *Journal of Applied Microbiology*, 108 (2010) 1136-1144.
- [13]T. Luzzatto, M. Yishay, A. Lipsky, A. Ion, E. Belausov, I. Yedidia, Efficient, long-lasting resistance against the soft rot bacterium *Pectobacterium carotovorum* in calla lily provided by the plant activator methyl jasmonate, *Plant Pathol*, 56 (2007) 692-701.
- [14]M. Ziv, V. Naor, Flowering of geophytes in vitro, *Propag Ornament Plants*, 6 (2006) 3-16.
- [15]W.G. Miller, J.H. Leveau, S.E. Lindow, Improved gfp and inaZ broad-host-range promoter-probe vectors, *Mol. Plant Microbe Interact.*, 13 (2000) 1243-1250.
- [16]D.H. Lewis, H.S. Arathoon, S.C. Huang, E.E. Swinny, K.A. Funnell, Anthocyanin and Carotenoid Pigments in Spathe Tissue from Selected *Zantedeschia* Hybrids, *Acta Hort.*, 624 (2003) 147-154.

17. גלעד, ז. קאלה צבעונית ייצור פקעות בתהליך ריבוי אינטנסיבי, דו"ח מסכם משרד החקלאות. 2005-2007.
18. פרידקי, צ. 2009. חוברת סיכום עונה קאלה 2008-2009.
19. ידידיה, א. ויצמן, ש. לוריא, ג. סקירה וסיכום ביקור Peter Kok מומחה לקאלה צבעונית (DLV Plant, Holland). פרחים ברשת, גיליון 1, 2011 עמ' 2.